NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. JOUSSET DE BELLESME,

PROFESSEUR DE PHYSIOLOGIE A L'ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE NANTES ;

Attaché au laboratoire de Physiologie de Claude Bernard au Collège de France (1859);
Docteur en Médecine de la Faculté de Paris (1865);
Professeur d'Histoire naturelle à l'École municipale Turgot (1870);
Récompense de l'Académie des Sciences (Prix Montyon, 1871); Lauréat de l'Institut (Prix Thore, 1878);
Médaille d'argent du Ministère de l'Instruction publique (Réunion des Sociétés savantes à la Sorbonne (1878);
Membre de diverses Sociétés savantes françaises et étrangères.

MARS 1879.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1879

NOTICE

SUR LES

TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. JOUSSET DE BELLESME.

> .... Il fut donc convenu que ma chaire de la Sorbonne serait transférée au Jardin des Plantes à la place de la chaire de Physiologie comparée, qui sera sans doute rétablie plus tard. Le problème de la Physiologie comparée étant d'étudier les mécanismes de la vie dans les divers animaux, la place de cette Science est marquée dans un établissement qui offre à cet égard des ressources aussi complètes que le Muséum d'Histoire naturelle de Paris.
>
> Claude Bernard, *Leçon d'inauguration de la chaire de Physiologie générale au Muséum*, 1870.

C'est à mon illustre et regretté maître Claude Bernard que je suis redevable d'avoir dirigé mes recherches vers les problèmes de la Physiologie comparée. C'est lui qui m'a montré les riches moissons qu'il y avait à faire dans cette science, aussi importante que négligée, et si j'ai été assez heureux pour résoudre jusqu'ici la plupart des questions que j'ai abordées, tout l'honneur doit en être rapporté à ses leçons, à ses conseils et surtout à la bienveillance paternelle avec laquelle il m'a associé à ses idées et à ses méthodes.

Un coup d'œil jeté sur le résumé en forme de tableau que je donne à la page suivante suffit pour faire voir que mes travaux ont eu surtout pour objet l'étude des animaux invertébrés. Les fonctions de ces êtres sont beaucoup moins connues que celles des Vertébrés.

Le plan que j'avais adopté primitivement consistait à prendre successivement les grandes fonctions de l'organisme et à les étudier dans toute la série animale, en les comparant avec ce que nous savons des animaux supérieurs. Je m'aperçus, dès le début de ces recherches, qu'un tel dessein ne pouvait être suivi à la lettre et que je devais compter d'abord avec les moyens de travail dont je disposais. C'est ce qui me fit renoncer aux recherches que je désirais entreprendre sur la digestion des Poissons, sujet des plus intéressants, mais qui, pour être traité convenablement, exigeait une installation d'aquariums que je n'avais pas. Il était donc préférable d'entremêler les sujets, profitant des occasions qui pouvaient se présenter, d'étudier les Insectes quand ils étaient abondants, les Mollusques céphalopodes quand on pouvait les saisir dans leur élément, afin de ne pas s'exposer à des retards indéfinis ou à des impossibilités absolues.

Enfin, il est très-nécessaire d'apporter dans ce genre de recherches un tact spécial, qui permet d'apprécier à quel point, un sujet étant donné, on peut espérer le pousser avec les moyens d'investigation dont la science actuelle dispose. Faute de cela, on s'expose à passer ses jours sur des problèmes insolubles ou à scruter en vain quelque question vide.

Telles sont les raisons pour lesquelles je n'ai pas cru devoir suivre rigoureusement mon plan primitif. La division de cet exposé de mes travaux sera très-facile à établir. C'est celle des classifications zoologiques. J'exposerai d'abord les recherches que j'ai faites sur les Insectes, puis sur les Arachnides, les Crustacés, les Mollusques et enfin les Infusoires.

Une seconde partie comprendra les divers travaux relatifs à l'homme et aux Vertébrés supérieurs.

TRAVAUX DE PHYSIOLOGIE COMPARÉE [1].

INSECTES. — *Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes, et en particulier de la Blatte.
— Recherches expérimentales sur les causes du bourdonnement chez les Insectes.
— Recherches expérimentales sur les fonctions du balancier des Diptères.
— Phénomènes physiologiques de la métamorphose chez la Libellule déprimée.
— Remarques sur le vol dans le genre Cétoine.
— *Recherches sur les effets et le principe actif du Pyrèthre.
— Du rôle protecteur du cocon.
— *Observation sur la phosphorescence des œufs du Lampyre commun.
— Recherches sur la respiration des Insectes.

ARACHNIDES. — *Essai sur le venin du Scorpion.

CRUSTACÉS. — Note sur la digestion des Crustacés.
— De l'amputation spontanée des pattes chez les Crustacés.

MOLLUSQUES. — Recherches expérimentales sur les fonctions du foie chez les Mollusques céphalopodes.
— Recherches sur les fonctions des glandes salivaires et l'ensemble de la digestion chez les Mollusques céphalopodes.

INFUSOIRES. — Conditions de la vie latente chez les Infusoires ressuscitants.

TRAVAUX DIVERS.

De la méthode hypodermique et de la pratique des injections sous-cutanées.
De l'opportunité des injections médicamenteuses trachéennes chez l'homme.
Recherches sur l'action physiologique du grenat ou résidu de la fabrication de la fuchsine.

---

[1] Les travaux marqués d'un astérisque (*) ont été faits au laboratoire de Physiologie du Muséum d'Histoire naturelle.

INSECTES.

Recherches expérimentales sur la digestion des Insectes, et en particulier de la Blatte.

(Travaux originaux de Physiologie comparée, t. Ier. G. Baillière. — Comptes rendus, t. LXXXII, 1876.)

Les phénomènes physiologiques dont l'appareil digestif des Insectes est le siége étaient fort peu connus. On savait seulement, par l'analyse que M. Chevreul avait faite d'un calcul trouvé par Audouin dans les tubes de Malpighi d'un Lucane, que ces organes étaient destinés à éliminer l'acide urique. Malgré cela, le nom d'*organe biliaire* continuait à leur être appliqué.

Plus tard, M. Sirodot, dans une excellente thèse, étudia les principales glandes des Insectes; mais dans ce travail, entrepris surtout à un point de vue chimique, l'auteur ne descendit guère sur le terrain de la Physiologie.

Il était cependant très-désirable qu'on fût exactement renseigné sur la valeur des noms appliqués aux différentes parties de l'appareil digestif et sur les analogies que la digestion des Insectes peut offrir avec celle de l'homme. Il se présentait, il est vrai, une difficulté sérieuse. Les glandes annexées à l'appareil digestif sont, en général, si petites et si étroitement unies au tube digestif qu'on est réduit à employer, pour les recherches, les liquides complexes réunis dans ce dernier.

Après avoir examiné à ce point de vue les divers Insectes qu'on peut se procurer facilement, je fus assez heureux pour rencontrer chez la Blatte des conditions extrêmement favorables. Chez cet animal, en effet, les glandes salivaires sont très-développées et les cœcums glandulaires qui entourent l'estomac, au lieu d'être très-nombreux et très-courts, comme dans la plupart des Insectes, sont peu nombreux et longs, de sorte qu'on peut recueillir leur produit de sécrétion dans le cœcum même, avant son arrivée à l'estomac. Les tubes de Malpighi sont également très-faciles à isoler. Il résulte de cette disposition spéciale que, chez

la Blatte, les trois grands appareils glandulaires sont accessibles à l'expérience et c'est peut-être le seul insecte qui soit dans ce cas.

Profitant de cette heureuse disposition, j'expérimentai successivement chacun des produits de sécrétion, et je démontrai que la transformation en glucose des matières amylacées est déterminée uniquement par les glandes œsophagiennes et a lieu dans le jabot, lorsqu'il en existe un. La digestion des matières albuminoïdes se fait sous l'influence du liquide sécrété par les cœcums qui entourent l'estomac. Il y a une véritable peptonisation. De plus, ce même liquide émulsionne les matières grasses et les rend absorbables. Enfin le rôle des tubes de Malpighi est purement urinaire et l'on ne découvre dans ces organes aucune des réactions de la bile.

Je ne puis mieux faire ressortir l'importance de ce travail qu'en citant les propres termes du Rapport de M. Blanchard à l'Académie des Sciences....

...... Certaines observations donnaient l'idée que le suc de l'estomac des Insectes a les mêmes propriétés générales que celui de l'estomac des Vertébrés. Des recherches sur les Arachnides, animaux si étroitement apparentés aux Insectes, semblaient assurer la justesse de cette opinion. Un savant étranger, déjà connu par des travaux estimables, crut pouvoir affirmer cependant, à la suite d'une longue étude, que la digestion dans tous les Insectes, carnivores ou phytophages, s'effectue dans d'autres conditions que chez les Vertébrés; il jugea neutres ou alcalins les sucs des différentes parties du tube digestif. M. Jousset de Bellesme a entrepris sur ce sujet de nouvelles recherches; les résultats paraissent absolument décisifs. S'apercevant que de graves méprises sont faciles si l'on tente de recueillir le liquide qui suinte à l'intérieur de l'estomac, l'auteur a pris soin de choisir des Insectes, tels que des Blattes, où l'estomac est accompagné de cœcums assez volumineux pour qu'il soit possible d'en extraire le suc gastrique pur de tout mélange avec des substances ingérées. M. Jousset de Bellesme a constaté que la digestion des matières albuminoïdes s'effectue uniquement dans l'estomac comme chez les animaux supérieurs; il en tire la preuve des digestions artificielles qu'il a opérées avec le liquide vraiment acide tiré des cœcums de l'estomac.

Par des expériences du même genre, il a démontré également, comme l'admettaient déjà la plupart des naturalistes, que le seul agent de la digestion des matières amylacées est le produit des glandes salivaires. Ainsi un pas notable a été fait dans la connaissance d'un acte physiologique dont l'accomplissement est difficile à suivre chez des animaux de proportions aussi minimes que celles des insectes......

Cet Ouvrage a été récompensé par l'Académie des Sciences (prix Thore, 1877.)

Recherches expérimentales sur les causes du bourdonnement chez les Insectes.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 7 oct. 1878. — Journal La Nature, 14 déc. 1872. — Travaux originaux de Physiologie comparée, t. II. Paris, Germer-Baillière.)

La question du bourdonnement des Insectes, soulevée par Réaumur qui avait observé qu'une mouche privée d'ailes continue à émettre un son, était fort obscure, à cause des hypothèses contradictoires émises sur la nature et l'origine de ce son, les uns l'ayant attribué aux balanciers, les autres aux cuillerons, d'autres enfin à la sortie de l'air par les stigmates. C'est cette dernière opinion que les travaux de Landois ont contribué à faire généralement adopter.

J'ai commencé par montrer que, si l'on coupe les ailes et qu'on bouche les orifices stigmatiques avec soin, le bruit observé par Réaumur ne s'en produit pas moins, ce qui nous force à rejeter l'hypothèse de Landois.

J'ai établi ensuite qu'il fallait distinguer dans le bourdonnement deux sons bien différents, à l'octave l'un de l'autre, et que ces sons ne se produisent pas dans les mêmes conditions. Le son grave accompagne les grandes vibrations de l'aile pendant le vol; le son aigu ne se produit qu'au repos, que l'aile soit coupée ou non. Cette distinction était indispensable pour la clarté des recherches, et pourtant elle n'avait pas été faite.

J'ai prouvé, en m'appuyant sur des tracés graphiques, que la nature du son grave n'est pas douteuse et qu'il est dû aux grandes vibrations de l'aile; si on la coupe, il est définitivement aboli.

La provenance du son aigu était plus difficile à déterminer; en observant la manière dont s'opère la mise en mouvement de l'aile, j'ai constaté que, sous l'influence des muscles thoraciques, qui sont remarquablement puissants chez les Insectes bourdonnants, le thorax subissait des déformations très-rapides, et que ces déformations constituaient autant de vibrations qui mettaient en mouvement l'air ambiant, à la manière des branches d'un diapason. Je n'hésitai pas à attribuer à cette cause la production du son aigu, et j'en acquis bientôt la certitude quand j'eus fait inscrire par un cylindre enregistreur les frémissements transmis à la pointe de l'aile par cette vibration thoracique. J'inscrivis ensuite ces vibrations

directement au moyen d'un style, et j'obtins ainsi un nombre correspondant sensiblement à la hauteur du son perçu.

L'existence d'un son thoracique étant bien démontrée, j'ai établi les relations qui existent entre ce son et le son alaire et j'ai exposé les diverses manières dont ces deux sons se combinent, se renforçant quelquefois l'un l'autre pour donner au vol des Insectes bourdonnants l'éclatante sonorité qu'on lui connaît, et dans d'autres cas se produisant isolément.

Si tous les Insectes ne bourdonnent pas, cela tient à ce que chez beaucoup d'entre eux le thorax est trop résistant pour se déformer en entier sous l'action des muscles, comme cela a lieu chez les Diptères et les Hyménoptères. Il n'y a dans ce cas que la pièce même qui supporte l'aile qui vibre, et son étendue n'est pas assez considérable pour donner lieu à un son perceptible.

Je suis donc parvenu à élucider d'une manière complète le phénomène du bourdonnement et à en donner une explication rationnelle et basée sur l'expérience.

Rechsrches expérimsntales sur les fonctions du balancisr chez les Diptères.

(Travaux originaux de Physiologie comparée, t. Ier. Paris, Germer-Baillière, avec figures dans le texte.)

Cet organe avait exercé la sagacité des naturalistes depuis qu'on s'était aperçu de son importance dans le vol. Aucune des hypothèses mises en avant pour expliquer ses usages ne pouvait résister à un examen approfondi. Il est vrai qu'il était difficile à Schelver, Chabrier et Goureau de résoudre un prohlème dont les éléments ont été mis en lumière seulement de nos jours par les travaux si remarquables de M. Marey sur le mécanisme du vol. Une connaissance exacte du rôle de l'aile est indispensable pour arriver à découvrir les fonctions du balancier.

Ayant donc repris expérimentalement cette question, je remarquai, en sectionnant des balanciers, deux ou trois faits qui avaient échappé à mes devanciers. Je vis qu'il est inexact de prétendre que le vol est aboli; il n'est que modifié, et cette modification purte sur un changement dans la direction du vol. L'Insecte mutilé se trouve désormais dans l'impossibilité de voler autrement qu'en descendant.

Armé de ces quelques faits, je m'assurai qu'il y avait entre le balancier et l'aile un cuntact réel pendant le vol, et j'en pus conclure que le balancier agit sur l'aile pour permettre à l'Iusecte de s'élever et de voler horizontalement.

Comme beaucoup d'Insectes dépourvus de balanciers, notamment les Hyménoptères, montent et descendent très-bien, je dus rechercher en quoi les Diptères diffèrent de ces Insectes et je fus conduit alors, d'inductions en inductions, à étudier les conditions qui déterminent la direction du vol chez ces animaux, les travaux antérieurs u'ayant envisagé l'aile que comme organe moteur. Je vis bientôt que son rôle comme organe directeur est presque nul, et que, quand l'Insecte veut monter ou descendre, il le fait en modifiant les rapports qui existent entre les positions respectives du centre de gravité et du centre de sustention. Les Insectes dépourvus de balanciers font varier facilement ces rapports en fléchissant l'abdomen et les pattes postérieures, et alors le centre de gravité change de place, le centre de sustention restant immobile. Les Diptères ne sont pas dans ce

cas : leur abdomen étant peu mobile et leurs pattes postérieures relativement courtes ([1]), l'animal n'a pas la facilité de déplacer suffisamment son centre de gravité; alors c'est le centre de sustention qui se déplace, ce qui revient au même.

C'est à produire ce déplacement que sert le balancier. S'opposant légèrement à la course de l'aile en arrière, modérant par ses chocs répétés sur l'aileron interne l'amplitude de vibration de celle-ci, il fait avancer ou reculer par ce mécanisme la position du centre de sustention. Si celui-ci se porte en avant du centre de gravité, l'arrière du corps s'abaisse et le vol devient ascendant. Si le balancier est supprimé, l'Insecte n'a plus le moyen de reporter son centre de sustention en avant en diminuant l'amplitude de vibration de l'aile en arrière. Le centre de gravité, qui se trouve placé en avant, fait incliner la tête; l'Insecte plonge et le vol devient fatalement descendant.

Ces considérations sur les causes de la direction du vol et le rôle du balancier se trouvent entièrement confirmées par une expérience décisive. Après avoir coupé les balanciers à un Diptère et l'avoir réduit au vol descendant, j'ai montré qu'on peut lui redonner la faculté de prendre les allures du vol normal, non en lui restituant artificiellement ses balanciers, ce qui serait impossible, mais simplement en déplaçant légèrement le centre de gravité et en le reportant en arrière au moyen d'un poids additionnel placé à l'extrémité du corps. L'obscurité qui planait sur les fonctions de cet organe a donc été entièrement dissipée par ces recherches.

([1]) A l'exception des Tipules, qui, à cause de cette particularité, sont de tous les Diptères ceux que l'ablation des balanciers gêne le moins. Quelques très-grandes espèces de Tipules, dont les pattes postérieures sont démesurément longues, parviennent à voler encore après la section des balanciers, mais ne fournissent jamais une longue course.

Des phénomènes physiologiques de la métamorphose chez la Libellule déprimée.

(Travaux originaux de Physiologie comparée, t. Ier. Paris, Germer-Baillière, avec planches.)

J'ai observé et décrit minutieusement dans ce Mémoire, la succession des phénomènes dont se compose le passage brusque de l'état de nymphe à celui d'insecte parfait chez la Libellule déprimée. Les questions relatives à la fixation de l'animal, à la rupture de la coque, au mécanisme du dépouillement ont été élucidées. J'ai suivi l'apparition et la marche de la coloration et de l'ampliation des organes, et découvert le mécanisme du déplissement de l'aile. On ne savait, en effet, comment expliquer sous l'influence de quelle force l'aile dépourvue d'éléments contractiles, organe inerte, mou et pelotonné en ce moment, parvenait à s'étendre et à acquérir sa forme définitive et sa rigidité. On avait bien soupçonné l'air ou le sang d'être employés à cet usage, mais on ignorait où est le point de départ de cette énergique poussée. Je suis parvenu à le trouver en montrant le rôle important joué par l'appareil digestif dans tous ces phénomènes. C'est lui qui est la cause immédiate du gonflement de l'animal, de l'épanouissement de l'organe visuel et du déplissement de l'aile. C'est en emmagasinant de l'air dans son tube digestif et en le distendant outre mesure que la Libellule puise dans la pression ainsi produite la force d'effectuer ses différentes modifications.

Voici en quels termes M. Blanchard a rendu compte de ce travail dans son Rapport à l'Académie des Sciences (1877) :

Les observateurs se sont souvent étonnés de voir un insecte ailé, de dimension assez considérable, sortir de l'enveloppe d'une nymphe relativement fort petite. Le Fourmilion en est l'exemple saisissant, les Libellules et les Papillons des exemples encore très-remarquables. A ce moment, l'air enflant les trachées et une activité soudaine du mouvement circulatoire déterminant une pression sur les parties tégumentaires encore molles semblaient permettre de comprendre l'accroissement de volume du corps. On éprouvait néanmoins certain embarras à expliquer d'une manière tout à fait satisfaisante le mécanisme du déplissement des ailes de l'Insecte qui vient d'éclore. A cet égard, les observations et les expériences que M. Jousset de Bellesme a poursuivies sur des Libellules sont vraiment concluantes.

Assistant à la naissance de Mouches, Réaumur admettait l'introduction de l'air dans les ailes pour les déployer; il disait : « L'Insecte boit l'air pour s'en bien remplir le corps. » Évidemment, il ne se rendait pas compte du chemin que peut parcourir l'air dans l'organisme d'un Insecte; aussi, par divers auteurs, la remarque du célèbre naturaliste a été jugée dépourvue de tout caractère scientifique. Des observateurs ont attribué l'expansion des parties du corps et le déplissement des ailes à la pression du sang; dans ses belles recherches sur l'organisation des Volucelles, M. J. Künckel se montre, avec raison, très-assuré qu'un afflux de sang a pour effet de gonfler la tête et de produire l'extension des ailes; aux contractions des muscles thoraciques il attribue la poussée du liquide sanguin. Certes, lorsqu'une activité nouvelle envahit tout à coup l'organisme de l'Insecte, les muscles entrent en jeu; cependant, chez l'animal au repos, — il n'est point encore en état de prendre son vol, — le jeu des muscles aurait pu paraître une puissance faible pour l'action énergique et rapide qui se manifeste. Les recherches dont nous avons à signaler l'intérêt donnent la preuve qu'il existe une autre cause; dans une très-petite mesure, elles nous ramènent à l'assertion de Réaumur.

Prenant pour objet principal de son étude la Libellule déprimée, M. Jousset de Bellesme suit l'Insecte dégagé de l'enveloppe de nymphe; alors, il voit le corps se gonfler, puis la tête grossir, les yeux s'arrondir, les ailes recoquillées s'étendre d'une manière uniforme. Un instant, par suite de l'extrême distension, le volume du corps surpasse celui qu'il conservera. Tant que s'accomplissent ces phénomènes, peu d'air pénètre dans les organes respiratoires; pourtant, une simple piqûre faite à l'abdomen suffit pour amener un dégonflement instantané. En disséquant sous l'eau les Insectes gonflés, l'observateur trouva toujours le tube digestif rempli d'air et prodigieusement distendu. Dès que la Libellule a dégagé sa tête de l'enveloppe de nymphe, elle absorbe de l'air par la bouche, comme le pensait Réaumur, et peu à peu elle emmagasine une quantité considérable dans l'œsophage, l'estomac et l'intestin. En se dilatant, le tube digestif refoule vigoureusement le liquide sanguin sur les côtés du corps, vers la tête, vers les appendices : ainsi s'étendent les ailes en quelques minutes. Bientôt après, le canal intestinal se vide, le corps s'aplatit et acquiert, avec sa coloration, sa forme définitive; les mouvements respiratoires s'établissent. Pour ne laisser aucune prise au doute, relativement au rôle de l'air introduit par la bouche, une expérience très-simple devait suffire : il s'agissait d'arrêter, par un artifice, à un moment donné, l'introduction de l'air dans le tube digestif, ou d'en amener la sortie à l'aide d'une piqûre; l'expérience a été plusieurs fois répétée par M. Jousset de Bellesme. Dans tous les cas, l'auteur a vu les ailes ne pas se déplisser ou cesser de s'étendre lorsqu'on empêche la dilatation du tube digestif de devenir suffisante pour refouler le liquide sanguin jusqu'aux extrémités des appendices. Un intéressant phénomène de la vie des Insectes resté un peu obscur se trouve donc maintenant tout à fait expliqué.

Cet Ouvrage a obtenu du Ministre de l'Instruction publique une médaille d'argent à la réunion des Sociétés savantes de la Sorbonne, avril 1878.

Remarques sur le vol dans le genre Cétoine.

(Association pour l'avancement des Sciences. Congrès de Paris, août 1878.)

Les recherches que j'ai faites sur les fonctions du balancier et le vol des Insectes ont attiré mon attention sur les élytres de ces animaux. Il m'est difficile de n'y voir que des organes exclusivement protecteurs, et je crois, au contraire, qu'elles remplissent la plupart du temps dans le vol une fonction complémentaire importante qui n'est pas sans analogie avec celle du balancier et qui, par conséquent, a trait à la direction du vol.

Ces travaux sont à l'étude, mais j'ai déjà signalé au Congrès pour l'avancement des Sciences (août 1878) quelques particularités de structure offertes par les Insectes du genre Cétoine et qui semblent confirmer les vues que je viens d'exposer.

Les Insectes de ce genre ne relèvent pas leurs élytres pendant le vol; celles-ci restent rabattues sur l'abdomen. Le bord externe de l'élytre offre une échancrure assez large au niveau de l'insertion de l'aile. Cette échancrure très-abrupte en avant va en arrière, par une pente très-douce, se confondre insensiblement avec le bord de l'élytre.

Ici, comme dans les Diptères, la course de l'aile est invariable en avant; mais si l'Insecte, pendant son vol, abaisse ou relève très-légèrement ses élytres, il peut diminuer ou augmenter considérablement l'amplitude de vibration de l'aile en arrière et faire varier ainsi dans une forte proportion la position de son centre de sustention. Il est à remarquer à ce propos que, chez les Coléoptères comme chez les Diptères, l'abdomen est peu mobile, et que le déplacement du centre de gravité doit être très-limité.

Les expériences que j'ai faites sur les Cétoines paraîtront très-prochainement dans le second Volume des *Travaux originaux de Physiologie comparée.*

Recherches sur les effets et le principe actif du Pyrèthre.

(Société de Biologie, 1875.)

Mes recherches sur l'action du pyrèthre remontent à l'époque où la question des substances insecticides fut portée à l'Académie des Sciences à l'occasion du Phylloxera. Cette substance avait été préconisée ; je crus utile d'en étudier l'action sur les Invertébrés, et en particulier sur les Insectes.

Des Insectes que l'on saupoudre de pyrèthre finement pulvérisé éprouvent bientôt des phénomènes convulsifs très-caractéristiques qui persistent plus ou moins longtemps et se terminent généralement par la mort. Certaines espèces résistent mieux que d'autres.

Pour montrer que cette action n'est pas due simplement à l'obstruction des orifices respiratoires par une matière pulvérulente, j'ai traité par l'alcool de la poudre de pyrèthre, qui, desséchée et employée en insufflations, n'a point produit les mêmes phénomènes toxiques. Par contre, l'extrait obtenu, injecté directement en quantité très-minime dans la cavité viscérale des Insectes, reproduisait les *mêmes* convulsions que l'insufflation de poudre fraîche. Craignant que l'action de l'alcool n'apportât quelque obscurité dans les symptômes observés, j'eus recours à des infusions aqueuses de pyrèthre, qui donnèrent les mêmes résultats.

Il résulte de ces expériences que le pyrèthre renferme réellement une substance toxique qui agit avec énergie sur les Animaux invertébrés.

La recherche de ce principe actif a été l'objet, de ma part, de soins très-assidus. Ayant supposé, à cause de l'odeur très-aromatique de ce produit, que le principe actif n'était autre que les huiles essentielles contenues dans la plante, j'ai retiré des sommités de pyrèthre trois huiles essentielles différant par leur point d'ébullition et leur odeur. Des Insectes plongés et laissés plusieurs jours dans ces vapeurs n'ont pas éprouvé de phénomènes d'intoxication. L'injection d'eau tenant en émulsion ces différentes huiles s'est montrée aussi inoffensive. J'ai extrait ensuite plusieurs acides végétaux qui, essayés, n'ont pas donné de résultats. Enfin une dernière substance, que je crois pouvoir rapporter au groupe des alcaloïdes et à laquelle j'ai donné le nom de *pyréthrine*, s'est montrée douée à un haut degré de la propriété toxique observée dans la plante. L'action dominante de cette substance est une action sur le système nerveux.

Du rôle protecteur du cocon.

(Association pour l'avancement des Sciences. Congrès de Paris, 1878.)

La majeure partie des Insectes échappe au froid rigoureux de l'hiver en se retirant sous terre ou en cherchant un abri dans des fissures ; mais il en est un certain nombre qui restent en plein air, après s'être entourés d'une enveloppe soyeuse appelée *cocon*.

Ces cocons sont en général très-serrés, et, comme la soie est mauvaise conductrice de la chaleur, on est porté à penser que les nymphes renfermées dans des cocons sont très-bien abritées contre le froid.

J'avais observé, pendant les hivers rigoureux de 1870 et 1871, que des cocons du Bombyx de l'Aylante, suspendus aux arbres du palais abbatial de Saint-Germain-des-Prés, étaient restés exposés à des températures descendant jusqu'à — 20°. Quelques-uns de ces cocons, recueillis au printemps suivant, firent leur éclosion comme d'habitude.

Désirant être fixé sur la question de savoir si une résistance aussi extraordinaire au froid était due à l'influence protectrice du cocon qui enveloppait l'animal et établissait une barrière entre la température de l'air extérieur et celle de la petite chambre où il se trouvait renfermé, j'instituai des expériences, rapportées dans ce Mémoire, qui prouvent qu'aucune protection n'existe de ce côté, que la température de l'intérieur du cocon se met très-rapidement en équilibre avec la température extérieure, et que, par conséquent, la cause de la résistance à la congélation doit être cherchée dans une production réelle de chaleur de la part de la nymphe, fait assez remarquable si l'on considère l'état d'immobilité où se trouve l'Insecte pendant cette période de son existence.

Observation sur la phosphorescence des œufs du Lampyre commun.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 4 septembre 1871.)

.... Ayant recueilli deux femelles de Lampyre qui venaient de s'accoupler et les ayant laissées dans un tube de verre, elles pondirent sur les parois du tube une soixantaine d'œufs dont la coque était mince et très-fragile et le micropyle très-apparent. Étant entré par hasard la nuit dans la pièce où ces œufs se trouvaient, je fus très-surpris de les voir briller dans l'obscurité comme de petites perles lumineuses. Non-seulement ces œufs sont phosphorescents immédiatement après la ponte, mais ils restent phosphorescents. Ceux que j'ai recueillis ont présenté ce phénomène sans diminution d'intensité pendant sept jours, au bout desquels ils se sont altérés; je n'ai pu trouver des conditions convenables pour une plus longue conservation.

Si l'on écrase ces œufs dans l'obscurité, on remarque que le liquide qui s'étale reste phosphorescent jusqu'à ce qu'il soit entièrement desséché.

Ces faits ne sont pas favorables à l'hypothèse qui verrait dans la phosphorescence un phénomène électrique.

J'ai constaté, depuis la présentation de cette Note, que l'acide carbonique et l'hydrogène faisaient cesser ces phénomènes de phosphorescence.

Recherches sur la respiration des Insectes.

(Bullet. Soc. Anat., 1877.)

Mes recherches sur l'action du pyrèthre sur les Invertébrés soulevaient une question très-importante.

J'avais établi par des expériences que le principe actif n'est pas volatil et que la matière pulvérulente ne s'introduit ni par l'orifice buccal ni par l'orifice anal. Étant donné enfin que l'enveloppe chitineuse des Insectes est peu propre à l'absorption, il fallait bien, en procédant par voie d'exclusion, arriver à admettre que la poudre toxique est introduite dans les trachées par l'acte respiratoire, ce qui explique la rapidité de son action. D'ailleurs, si la poudre est seulement grossièrement concassée, elle n'agit pas. On peut placer des Insectes impunément dans de la poudre triée à la loupe, de telle sorte que le diamètre des grains soit supérieur à la dimension des stigmates. Si ces grains sont d'un diamètre inférieur, l'empoisonnement se manifeste. Ces premières recherches ont été faites sur la Blatte.

J'eus l'occasion plus tard d'avoir à ma disposition un grand nombre de grandes Sauterelles vertes (*Locusta viridis*) sur lesquelles j'étudiai l'innervation des mouvements respiratoires.

En répétant diverses expériences sur la section des connectifs de la chaîne ganglionnaire, je remarquai que les stigmates thoraciques de cet Insecte offraient une particularité que je n'avais encore rencontrée aussi nettement sur aucun autre Insecte.

Les stigmates du prothorax sont munis d'une valvule qui s'élève et s'abaisse par un mouvement rythmique isochrone avec les mouvements respiratoires de l'abdomen. En les observant avec soin, on voit que la valvule s'abaisse au moment où la contraction de l'abdomen commence, de telle sorte que tout indique ici que l'air suit dans les gros troncs trachéens une marche déterminée, qu'il y a dans les trachées une véritable circulation aérienne s'effectuant toujours dans le même sens, et enfin qu'il y a des stigmates inspirateurs et des stigmates expirateurs.

Les stigmates inspirateurs seraient les thoraciques, et l'air sortirait par les stigmates abdominaux. Il suffit, pour incommoder vivement les Insectes et même les faire périr, de boucher les stigmates thoraciques, fait que M. Pérez a signalé sans en avoir saisi la véritable signification.

La connaissance de ces faits nouveaux jettera, je n'en doute pas, de la lumière sur la respiration des Insectes, car il était difficile de comprendre comment s'opérait le renouvellement de l'air dans les trachées quand on admettait que, dans les mouvements d'inspiration, ce fluide pénétrait par tous les stigmates à la fois.

ARACHNIDES.

Essai sur le venin du Scorpion.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 5 septembre 1870. — Annales des Sciences naturelles, 1871. Bibliothèque des Hautes Études, 1871.)

Dans ce Mémoire, j'ai donné sur les mœurs et les habitudes du Scorpion, sur la nature et la quantité de son venin, les conditions de son inoculation, et enfin sur son action, des détails nouveaux et très-précis.

Les recherches faites jusqu'à ce jour n'avaient pas fourni de résultats concluants. En étudiant du venin pris sur des Scorpions vivants, j'ai découvert le mécanisme très-curieux qui détermine la mort chez les Animaux vertébrés. C'est une action sur les globules rouges du sang.

Quand un Scorpion enfonce son aiguillon dans le tissu cellulaire d'un animal et fait jaillir une gouttelette de venin, cette gouttelette passe dans les vaisseaux capillaires et se trouve en contact avec un nombre de globules du sang proportionné à son volume.

Tous les globules qui sont touchés en ce moment par ce venin sont instantanément altérés, deviennent poisseux et s'agglutinent soit entre eux, soit aux autres globules demeurés sains. Ces globules ainsi altérés sont dispersés dans le sang par le torrent circulatoire et deviennent le centre d'autant de petites embolies qui s'en vont obstruer les vaisseaux capillaires. On comprend donc que plus l'animal a inoculé de venin, plus les effets seront étendus et les accidents consécutifs graves. Il peut arriver, et cela s'observe très-bien dans les membranes interdigitales et la langue de la Grenouille, que la circulation soit supprimée dans la plus grande partie de l'économie. L'animal paraît entièrement mort et est en rigidité; le cœur bat encore et fait de vains efforts pour lancer du sang dans les petits vaisseaux obstrués et encombrés de globules qui ne peuvent plus y passer.

L'injection de ce venin dans un membre réalise une expérience physiologique intéressante; l'afflux du sang artériel dans les capillaires qui entourent les faisceaux musculaires n'a plus lieu et ce membre entre en rigidité. On obtient ainsi un véritable cas de rigidité cadavérique sur le vivant.

Le mécanisme de la mort que j'ai décrit dans ce Mémoire est spécial aux animaux dont le sang est pourvu de globules rouges. Sur les Invertébrés une pareille action ne saurait s'exercer; le venin du Scorpion agit chez eux avec une rapidité foudroyante. L'animal sait les piquer dans le voisinage des ganglions thoraciques et le venin provoque l'abolition rapide des fonctions du système nerveux.

Chez les Vertébrés, la même action se produirait probablement si le venin pouvait être porté jusqu'aux éléments nerveux; mais, à cause de l'action que je viens de décrire sur les globules, il épuise son énergie sur place et ne parvient pas aux autres éléments. Comme tous les venins, il perd ses propriétés aussitôt qu'il est dilué.

Ce Mémoire a reçu de l'Académie des Sciences un encouragement de 1500 francs (prix Montyon, 1870).

CRUSTACÉS.

Note sur quelques phénomènes de la digestion chez l'Écrevisse, le Carcinus mœnas et l'Apus.

(Bulletin Société anatomique, 1878.)

Cette Note avait pour objet de faire remarquer que l'organe désigné sous le nom de *foie* chez ces animaux ne mérite pas exactement cette dénomination. C'est la glande la plus importante de l'appareil digestif.

Sa consistance est extrêmement faible et il est difficile de recueillir le liquide qui est sécrété, à moins de prendre celui qui se trouve dans l'estomac, mais alors on s'expose à ne pas avoir un produit pur. Il est préférable d'enlever une partie de la glande et de recueillir le liquide qui suinte naturellement. On obtient très-facilement avec ce liquide la digestion des matières albuminoïdes.

Les Crustacés sont pour la plupart carnivores. Il y en a cependant d'herbivores, comme les *Gammarus*, l'*Apus*, etc., mais c'est le petit nombre. J'ai pu me procurer des échantillons vivants de ce dernier et j'ai fait remarquer la très-grande différence que présente le foie chez l'un et l'autre de ces deux types.

Chez les Crustacés herbivores, au lieu de cette masse considérable de tubes glanduleux courts et serrés qui se pressent autour de l'estomac, on ne trouve que deux ou quatre longs cœcums étendus parallèlement le long de l'intestin.

De l'amputation spontanée des pattes chez les Crustacés.

On a observé depuis fort longtemps que les Crabes et autres Crustacés à qui on mutile l'extrémité d'un membre se le retranchent eux-mêmes près de sa base. On sait encore que ce n'est pas dans une articulation que se fait cette amputation, mais au milieu d'un article, dans un véritable lieu d'élection indiqué sur le revêtement calcaire de l'animal par une ligne plus claire. La régénération du membre n'est possible qu'en ce lieu.

J'ai cherché à déterminer quelles sont, du côté des téguments, les causes qui lui permettent ainsi de se fracturer, alors que la partie molle voisine, l'articulation, reste intacte ; et en second lieu à quel mécanisme musculaire l'animal avait recours dans ce cas pour déterminer ainsi par un simple effort la rupture de sa propre patte.

Je suis parvenu à reproduire artificiellement ce phénomène sur l'animal mort.

Je mentionne ici seulement ce travail qui paraîtra dans mon second Volume des *Travaux originaux de Physiologie comparée*. Je n'ai pu encore le présenter à l'Académie des Sciences, les planches importantes qui accompagnent le texte n'étant pas encore terminées.

MOLLUSQUES.

Recherches expérimentales sur les fonctions du foie chez les Mollusques céphalopodes.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 10 février 1879. — Travaux originaux de Physiologie comparée, t. II. Paris, Germer-Baillière.)

Ces recherches, faites sur le Poulpe, ont démontré que la glande appelée *foie* n'est autre chose qu'une glande digestive et que son produit de sécrétion n'a aucun des caractères de la bile.

Il y a quelques difficultés à s'en procurer le liquide pur, parce que les canaux excréteurs sont tapissés d'un épithélium glandulaire ; on y parvient par un artifice.

Les caractères principaux de ce liquide consistent dans son acidité et sa richesse en albumine.

J'ai étudié expérimentalement l'action de ce liquide sur les divers aliments.

1° *Substances albuminoïdes.* — Je suis parvenu à obtenir des digestions artificielles de fragments de muscles en les laissant séjourner quarante-huit heures dans ce produit de sécrétion, à la température de 16°. Le liquide du foie possède donc une action digestive sur les matières albuminoïdes. J'ai constaté que cette action s'exerce aussi sur l'albumine coagulée et la fibrine du sérum.

2° *Aliments amylacés.* — Le produit de sécrétion du foie ne m'a pas semblé avoir d'action réelle sur ces matières. Je n'ai pas trouvé non plus de sucre dans le foie des Poulpes que j'ai étudiés, bien que le fait ait été signalé par d'autres physiologistes. Il est probable qu'il n'y en a qu'à certaines périodes de leur existence.

3° *Matières grasses.* — Ces matières ne sont ni émulsionnées, ni acidifiées par ce liquide.

Il est donc bien certain que nous avons affaire ici à une glande digestive destinée à agir uniquement sur les matières albuminoïdes dont ces animaux font leur aliment habituel.

Rscherchss sur lss fonctions des glandes salivairss st l'snsembls ds la digestion chez lss Mollusquss céphalopodes.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 3 mars 1879. — Travaux originaux de Physiologie comparée, t. II. Paris, Germer-Baillière.)

Les glandes salivaires du Poulpe présentent un caractère remarquable : c'est de n'avoir aucune action sur les matières amylacées ni les matières grasses. J'ai trouvé néanmoins qu'elles jouaient un rôle préparatoire assez important dans la digestion des albuminoïdes, en attaquant le tissu conjonctif qui unit les faisceaux musculaires et en livrant ainsi cette fibre sans défense à l'action du suc digestif principal.

Il est assez difficile d'apprécier l'action des glandes œsophagiennes et des follicules de l'appareil spiral, car on est obligé d'avoir recours aux liquides mixtes recueillis dans les différentes parties du tube digestif. Mais je n'ai trouvé à ces liquides que des caractères négatifs.

Après de nombreux essais, et en opérant tantôt sur des animaux à jeun, tantôt sur des animaux en digestion, j'ai acquis la conviction qu'aucun des liquides fournis par les annexes glandulaires n'est doué de la propriété d'émulsionner les graisses et de transformer la fécule en glucose.

Les Céphalopodes sont donc des animaux qui ne possèdent d'aptitudes digestives que pour les matières albuminoïdes et conjonctives, et le fait est d'autant plus remarquable que quelques-uns de leurs propres organes, le foie par exemple, renferment une forte proportion de matières grasses. Si l'on n'admet pas que l'absorption de ces matières puisse se faire autrement que par émulsion ou acidification, il faut en conclure que ces animaux fabriquent de toutes pièces leurs corps gras, ce qui vient à l'appui des théories émises par MM. Milne Edwards, Dumas et Cl. Bernard sur la formation des graisses dans l'organisme.

INFUSOIRES.

Conditions de la vie latente chez les Infusoires ressuscitants.

(Bulletin Société anatomique, 1878.)

L'opinion de quelques physiologistes, d'après lesquels les phénomènes de nutrition seraient complétement suspendus pendant cet état particulier auquel on a donné le nom de *vie latente*, et dont le meilleur exemple nous est offert par les Infusoires, les corpuscules-germes, les œufs et les graines des végétaux, est trop absolue.

J'ai fait voir, dans cette Note, qu'on ne saurait admettre que les êtres à vie latente soient dans un état d'équilibre où ils peuvent rester indéfiniment et qu'ils n'empruntent rien au milieu dans lequel ils se trouvent.

J'ai introduit des Rotifères dans des tubes capillaires où ces animaux ont été desséchés lentement et sont passés à l'état de vie latente. Les tubes ont alors été scellés avec d'autres tubes vides pour servir de témoins. Au bout de deux mois, tous ces tubes ont été ouverts par un bout sous une eau de baryte très-sensible : ceux qui renfermaient des Rotifères contenaient manifestement de l'acide carbonique; les autres n'en contenaient pas.

Chez les Infusoires à l'état de vie latente, la nutrition n'est donc pas absolument suspendue; elle est seulement très-ralentie et cet état ne peut durer indéfiniment, car, puisqu'il y a production d'acide carbonique, il arrive un moment où l'animal a épuisé tout son carbone disponible. La vie latente n'a donc rien de mystérieux; c'est une vie qui suit les lois normales avec cette simple particularité, que la lenteur des combustions oxygénées y est très-grande et insuffisante pour donner lieu à des phénomènes de motilité et de sensibilité. De là l'immobilité de ces animaux et l'apparente suspension de la vie chez eux.

TRAVAUX DIVERS.

De la méthode hypodermique et de la pratique des Injections sous-cutanées.

(Paris, Asselin, 1865.)

L'Ouvrage que j'ai publié sur la méthode hypodermique a paru à l'époque où cette méthode, nouvelle encore en France, mais déjà répandue en Angleterre, fit son apparition dans notre pays sous le patronage de Béhier.

Ce Volume contient d'abord des considérations sur l'absorption. Me plaçant à un point de vue physiologique, je fis ressortir tous les avantages d'une méthode aussi rationnelle, la faveur qu'on devait lui accorder, les procédés opératoires et les instruments qu'on devait préférer. J'insistai longuement sur la supériorité de l'injection sous-cutanée sur les autres voies d'absorption pour l'administration des alcaloïdes.

Passant ensuite à l'application de cette méthode à différentes affections, telles que les névralgies et le tétanos, j'examinai avec soin les tentatives faites pour transporter le curare au nombre des médicaments et l'opposer à cette redoutable maladie. Je montrai clairement que les insuccès qui avaient jeté le discrédit sur cette substance tenaient à la manière défectueuse dont elle avait été administrée et à l'idée préconçue que le curare est une substance extrêmement active. Il n'en est rien, et, chez l'homme, on a pu administrer jusqu'à 12^{cgr} ou 15^{cgr} de curare de bonne qualité avant d'atteindre les effets physiologiques.

J'ai passé en revue enfin toutes les affections contre lesquelles la méthode hypodermique pouvait être employée avec succès.

De l'opportunité des injections médicamenteuses dans la trachée chez l'Homme.

(Société de Biologie, 1872. — Debove. Thèse pour l'agrégation : De l'action physiologique des médicaments. Paris, 1875.)

Je crois être le premier qui ait tenté chez l'Homme, dans un but méthodique, l'introduction de médicaments par la voie pulmonaire, et transporté du laboratoire dans le domaine de la Thérapeutique un procédé très-employé en Physiologie.

Cette nouvelle méthode a, dans des cas déterminés, des avantages indiscutables sur toutes les autres. Dans la période d'agonie, l'absorption par l'estomac ne se fait plus, l'absorption par le tissu cellulaire sous-cutané est également très-ralentie; mais, jusqu'au dernier moment, l'économie reste accessible aux médicaments introduits par la voie pulmonaire. Dans les cas de tétanos et de choléra, où l'administration des médicaments par l'appareil digestif est impossible ou inutile, la méthode trachéenne peut rendre de signalés services. Enfin, dans la période ultime des fièvres intermittentes à forme pernicieuse, où l'on a sous la main un remède héroïque, mais où la grande difficulté est de le faire agir au plus vite, il convient d'avoir recours à cette méthode, qui m'a donné deux fois en pareille occasion des résultats concluants.

C'est dans deux cas entièrement désespérés que j'ai eu l'idée de faire ces tentatives, et elles ont été couronnées de succès. Les malades, atteints d'accès pernicieux à forme algide dans un cas et syncopale dans l'autre, arrivés tous deux à la dernière période, n'avaient pas pris auparavant de sulfate de quinine, ce qui donne à ces deux observations la valeur d'une véritable expérience.

Le procédé opératoire est aussi simple que facile : on introduit directement dans la trachée, à 2^{cm} ou 3^{cm} au-dessous du cartilage cricoïde, la fine canule d'un trocart explorateur, et l'on injecte la substance médicamenteuse goutte à goutte. Si l'on se borne à des solutions qui n'ont point d'action locale irritante, cas dans lequel se trouvent presque tous les alcaloïdes, on n'a aucun phénomène inflammatoire à redouter, et la piqûre en elle-même est insignifiante.

Recherches sur l'action physiologique du grenat ou résidu de fabrication de la fuchsine.

(Comptes rendus de l'Académie des Sciences, 27 janvier 1879.)

Cette substance, communément employée pour colorer les vins, est tout à fait nuisible, ainsi que le démontrent les expériences rapportées dans ce Mémoire. Des animaux de nature très-diverse, Chiens, Chats, Cobayes, Lapins, Grenouilles, soumis à l'usage du colorant Blanchard, sont morts au bout de quatre à six semaines. On observe d'abord de la diarrhée, la coloration des urines et bientôt leur suppression presque complète. L'amaigrissement est rapide; la peau se colore en violet, ainsi que les muqueuses. L'animal s'affaiblit peu à peu et meurt dans le marasme, sans convulsions. Il a suffi de 3^{cc} délayés avec un peu d'eau et administrés en six injections pour faire périr un chien de moyenne taille au bout de treize jours.

Ce qui frappe à l'autopsie, c'est la coloration intense des organes. Tous les tissus sont colorés en violet, mais inégalement. Le foie, la rate, sont absolument noirs; les ganglions lymphatiques sont d'un violet sombre, le rein violet, le sang et le poumon rose vif.

Des coupes pratiquées dans ces organes montrent que les espaces lymphatiques sont gorgés de granulations irrégulières, amorphes, d'un violet intense. Or la matière injectée est parfaitement soluble; sous l'influence des milieux liquides de l'organisme, cette matière colorante très-soluble s'est précipitée et a formé un composé granuleux très-peu soluble, qui ne peut être éliminé.

On trouve habituellement dans le sang un excès d'urée, jusqu'à 0,336 pour 100, tandis que la proportion normale est de 0,016. L'urémie est donc le caractère saillant de cet empoisonnement.

On doit tirer de mes recherches cette conclusion, que le grenat doit être rangé dans la catégorie des substances nuisibles et que son introduction dans l'économie ne peut causer que des effets pernicieux.

5172 Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.